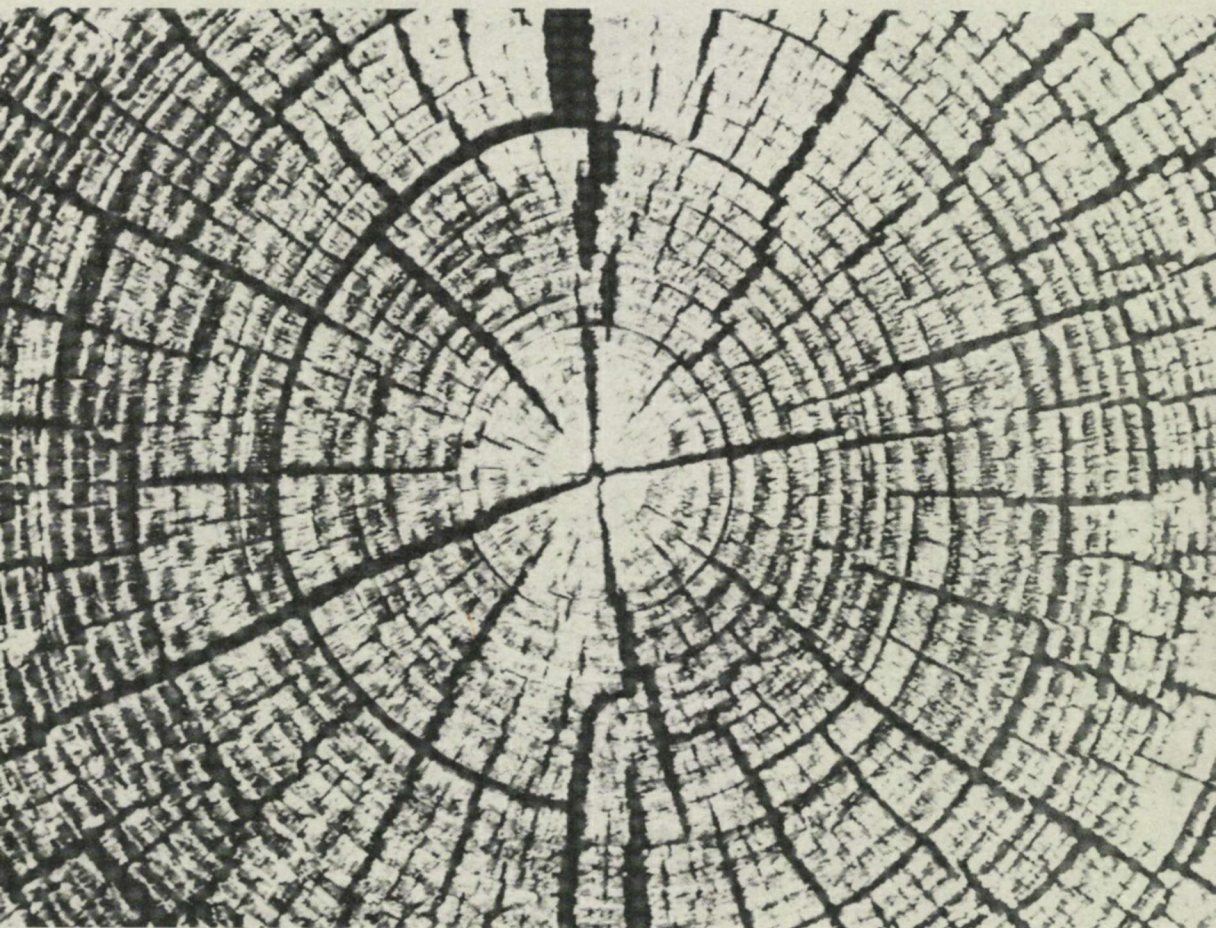


# METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN TIEDONANTOJA 15

SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA

ISSN 0358-4283



HANNU RAITIO JA RISTO RIKALA

## NÄKÖKOHTIA TAIMIEN RAVINNETALOUDESTA JA LANNOITUKSESTA TAIMITARHALLA

SUONENJOKI 1981

[ METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Ljy 1981 ]



METSÄNTUTKIMUSLAITOKSEN  
TIEDONANTOJA 15  
SUONENJOEN TUTKIMUSASEMA ISSN 0358-4283

Hannu Raitio ja Risto Rikala

NÄKÖKOHTIA TAIMIEN RAVINNETALOUSTESTA  
JA LANNOITUKSESTA TAIMITARHALLA

SUONENJOKI 1981

METSÄNTUTKIMUSLAITOS  
Kirjasto



ISSN 0358-4283

RAITIO, H. ja RIKALA, R. 1981. Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja 15:1-28.

Taimien kasvatustekniikka on muuttunut voimakkaasti viime vuosikymmenen aikana. Uusien tehokkaampien kasvatusmenetelmien käytön myötä syntyy myös uusia ongelmia, joiden ratkomiseksi tarvitaan entistä tarkempaa tietoa eri kasvu-tekijöistä.

Kirjoituksessa käsitellään taimien ravinnetalouden perusteita sekä uuden kasvatustekniikan myötä käytännössä esiintyneitä lannoitusongelmia. Lannoitustarpeen määrittämisen helpottamiseksi on laadittu alustavat taulukot sopiviksi kasvualustan sekä männyn taimien neulasten ravinnepitoisuuksiksi.

## SISÄLLYS

1.	JOHDANTO .....	1
2.	TAIMIEN RAVINNETALOUDEN PERUSPIIRTEITÄ .....	2
21.	Ravinteet kasvutekijöinä .....	2
22.	Ravinteidenotto .....	3
23.	Ravinteiden merkitys .....	5
24.	Ravinnepitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä ..	7
25.	Ravinteiden vaikutus taimien laatuun .....	11
3.	TAIMIEN LANNOITUS JA RAVINNEANALYYSIT .....	12
31.	Lannoitteiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä	12
32.	Lannoitustaaajuus ja lannoituskauden pituus ..	14
33.	Hidasliukoiset lannoitteet ja "luonnonmukainen kasvatust" .....	16
34.	Lannoitustarpeen määrittäminen, .....	18
341.	Maa-analyysi .....	18
	Ravinnepitoisuudet .....	19
	Happamuus .....	21
	Johtoluku ja puristeveden johtokyky ...	21
342.	Neulasanalyysi .....	23
4.	KIRJALLISUUS .....	26

## 1. JOHDANTO

Metsäpuiden taimien kasvatuserät ovat muuttuneet viime vuosikymmenien aikana voimakkaasti . Puutarhapuolella kehitettyä tekniikkaa on siirrytty käyttämään metsäpuiden taimien kasvatuksessa. Kuitenkin metsäpuiden taimien kasvatusero eroaa tavoitteiltaan huomattavasti puutarhakasvien kasvatuksesta. Vaikka laitteet soveltuvatkin taimikasvatukseen, tulee niiden käytössä ottaa huomioon erot kasvatustavoitteissa. Metsäpuiden taimien laatuun kuuluu kyky kestää taimitarhalta metsään tapahtuvan siirron rasitukset ja juurtua nopeasti usein varsin kuivaankin metsämaahan. Tämän vuoksi taimien kasvatuksessa ei voida noudattaa kasvatuserämenetelmiä, joiden ensisijainen tavoite on taimien mahdollisimman nopea kasvu ja rehevä ulkonäkö. Viime vuosina onkin kiinnitetty paljon huomiota taimien laatutunnusten tutkimiseen sekä myös nykyiset kasvatustekniset mahdollisuudet huomioon ottavien kasvatuseräohjeiden laatimiseen.

Ravinteet vaikuttavat olennaisesti taimien kasvuun ja laatuun. Taimien lannoitus perustuu kuitenkin nykyään "vihreään peukaloon", ts. kokemukseen ja usein jopa kiinteisiin lannoitusohjelmiin, joissa ei ole otettu huomioon kasvua-lustan laatua, kasvatuserän säätä, eikä aina kasvatettavaa materiaaliakaan (RIKALA 1978). Kuten edellä todettiin myös kasvatuseräolosuhteet ja -menetelmät, joihin kokemus perustuu, ovat muuttuneet. Uusien kasvatuserämenetelmien käyttö puolestaan edellyttää uutta ja entistä tarkempaa tietoa sekä tai-

mien kasvusta että sen säätelymahdollisuuksista.

Tässä kirjoituksessa pyritään tuomaan esiin taimien ravinnetalouden perusteita sekä näkökohtia viimeaikaisista lannoitukseen liittyneistä ongelmista. Samalla esitetään alustavat taulukot sekä kasvualustan että männyn taimien neulasten sopiviksi ravinnepitoisuuksiksi. Taimien ravinnetaloutta koskeva osa perustuu suurimmalta osalta kasvifysiologiaa ja ravinnetaloutta käsitteleviin oppikirjoihin ja julkaisuihin (PUUSTJÄRVI 1973, DEVLIN 1975, BERGMANN ja NEUBERT 1976, INGESTAD 1977, BIDWELL 1979, MENGEL 1979).

Kirjoitus jakautuu tekijöiden kesken siten, että Raitio on kirjoittanut taimien ravinnetaloutta ja Rikala lannoitusta käsittelevän osan. Ravinnetaulukot on laadittu yhteistyönä. Esko Jalkanen, Olavi Laiho, Erkki Lähde, Eino Mälkönen, Eero Paavilainen, Paavo Pelkonen ja Kimmo Vähänummi ovat lukeneet käsikirjoituksen.

## 2. TAIMIEN RAVINNETALouden PERUSPIIRTEITÄ

### 21. Ravinteet kasvutekijöinä

Kasvien kasvu on säteilyenergian muuntamista kemialliseksi energiaksi ja edelleen kasvimassaksi. Kasvua säätelevät monet eri kasvutekijät välillisesti tai välittömästi. Ravinteet, yksi tärkeimmistä kasvutekijöistä, ovat kasvin kasvulle ja kehitykselle välttämättömiä alkuaineita. Nykyisin tunnetaan 16-21 kasveille tarpeellista ravinnetta. Kuitenkin ravinnefysiologisen tutkimuksen edistyessä on tunnettujen, kasveille välttämättömien ravinteiden lukumäärä kasvanut jatkuvasti.



Kasvien tarvitsemien määrien mukaan ravinteet on perinteisesti jaettu pää- ja hivenravinteisiin:

#### Pääravinteet

Hiili C	Typpi N	Kalium K
Vety H	Fosfori P	Kalsium Ca
Happi O	Rikki S	Magnesium Mg

#### Hivenravinteet

Rauta Fe	Sinkki Zn	Kloori Cl	(Koboltti Co)
Boori B	Mangaani Mn	Natrium Na	
Kupari Cu	Molybdeeni Mo	(Pii Si)	

#### 22. Ravinteiden otto

Kasvit kykenevät ottamaan ravinteita sekä juurillaan että jossain määrin myös lehtiensä kautta. Juuret ottavat epäorgaanisia ja orgaanisia aineita ionimuodossa, mutta myös varauksettomassa muodossa. Hiilen ja hapen kasvit saavat lehtien ilmarakojen kautta ja vedyn veden mukana. Varsinaiset ravinteet otetaan suuremmaksi osaksi ionimuodossa pääosin juurien välityksellä: typpi  $\text{NO}_3^-$  :na tai  $\text{NH}_4^+$  :na, fosfori  $\text{HPO}_4^{2-}$  :na tai  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$  :na, rikki sulfaattina maasta tai rikkidioksidina ilmasta, molybdeeni molybdaattina, hiili osin  $\text{HCO}_3^-$  :na, kalium, kalsium, magnesium ja raskasmetallit metalli-ioneina tai ke-laattikomplekseina. Boorin kasvit ottavat todennäköisesti dissosioitumattomana boorihappona ( $\text{H}_3\text{BO}_4$ ).

Käsite ravinteidenotto on fysiologisesti katsottuna hieman epätarkka. Yleensä katsotaan, että kasveissa esiintyvät ravinteet ovat "otettuja ravinteita". Ravinteidenotossa erotetaan sekä passiivinen että aktiivinen osa. Passiivinen ravin-

teidenotto ei vaadi kasvin tuottamaa energiaa, vaan se tapahtuu lähinnä diffuusiona ja ravinteiden kulkeutumisena vesivirtauksen mukana sähkökemiallista gradienttia alaspäin. Aktiivinen ravinteidenotto merkitsee päinvastaista tilannetta eli ionien kuljetusta kasvien tuottaman kemiallisen energian avulla sähkökemiallista gradienttia vastaan. Aktiivisen ravinteidenoton mekanismeista ei vielä tähän mennessä ole täysin selvitetty.

Paitsi juurillaan kasvit kykenevät ottamaan epäorgaanisia yhdisteitä myös maanpäällisten osiensa kautta. Juuri tähän perustuu lehtilannoitus. Nuorimmat, fysiologisesti aktiivisimmat kasvinosat ottavat yleensä tehokkaammin ravinteita kuin vanhat kasvinosat. Ravinteita sumutetaan vesiliukoisina kasvien lehdille, joista niitä kulkeutuu diffuusion avulla lehtiä peittävän vahamaisen kutikulan läpi epidermisoluihin ja edelleen lehden muihin solukkoihin. Lehtilannoituksen tehokkuus verrattuna juuriston kautta tapahtuvaan ravinteidenottoon perustuu ravinteiden nopeaan kulkeutumiseen kasviin. Lehtilannoituksessa on kuitenkin otettava huomioon, ettei käytetä liian väkeviä liuoksia. Liian korkeat konsentraatiot johtavat helposti myrkytystiloihin. Toisaalta on myös muistettava, että yksinomainen lehtilannoitus pienentää taimien juuri/verso-suhdetta.

Mykorritsa muodostaa oman erikoispiirteensä kasvien ravinteidenotossa. Mykorritsojen merkityksestä puille ei olla vielä täysin selvillä. Useimmat tutkijat ovat kuitenkin yhtä mieltä siitä, että mykorritsa edistää niukkuustilanteessa puiden

kasvua ja kehitystä tehostamalla veden- ja ravinteidenottoa. Mykorritsalle ominainen juurten ulkopuolinen hyyfistö lisää juuren absorptiopinta-alaa mykorritsattomaan juureen verrattuna satoja, jopa tuhansia kertoja. Mykorritsat kykenevät mahdollisesti myös ottamaan ravinteita etäämmältä juuren ympärillä olevasta maakerroksesta kuin mykorritsattomat juuret. Paitsi lisäämällä absorptiopinta-alaa mykorritsasienet helpottavat suolojen hydrolyysiä erittämällä happoja. Sitä paitsi mykorritsallisen juuren hengitys on noin 2-4 kertaa normaalia suurempaa, joten juurten kyky vaihtaa tuottamansa vedyn ja hiilidioksidin avulla ravinteita maahiukkasten pinnoilta suurenee ja mm. anionien otto paranee. Mykorritsat pystyvät luultavasti myös käyttämään hyväkseen suoraan erilaisia orgaanisten yhdisteiden hajoamisen tuloksena syntyneitä välituotteita esim. ainohappoja. Tällöin mm. typpi tulee puiden käyttöön jo ennen lopullista mineralisoitumista. Lisäksi mykorritsat kykenevät ilmeisesti käyttämään hyväkseen vaikealiukoisessa muodossa olevia ravinteita, esim. rauta- ja alumiiniumfosfaatteja. Toisaalta mykorritsat ottavat isäntäpuulta vastineeksi hiilihydraatteja.

### 23. Ravinteiden merkitys

Lähes puolet kasvin kuiva-aineesta on hiiltä. Hillen kasvit saavat ilman hiilidioksidista, joista myös orgaanisiin yhdisteisiin tarvittava happi on peräisin. Happea kasvit tarvitsevat lähes yhtä paljon kuin hiiltäkin. Orgaanisten yhdisteiden kolmas tärkeä osa, vety, on lähtöisin kasvien ottamasta vedestä.

Hiilen, vedyn ja hapen ohella typpi on yleisimmin kasvien rakenneosana tavattu alkuaine, sillä 1-3 % kasvien kuivapainosta on typpeä. Pääosa typestä on valkuaisaineiden tai näiden kaltaisten orgaanisten yhdisteiden rakenneosana.

Kasvien energiatalouden kannalta tärkein ravinne on fosfori, jota tarvitaan muutettaessa auringon energiaa kemialliseksi energiaksi. Fosforilla on myös keskeinen tehtävä perinnöllisten ominaisuuksien siirrossa. Paitsi fosforia kasvit tarvitsevat muutettaessa auringon energiaa kemialliseksi energiaksi myös kaliumia. Tämän lisäksi kasvit tarvitsevat kaliumia suola- ja happoemästasapainon säätelyyn sekä hiilihydraattien muodostukseen ja kuljetukseen. Kalium on lisäksi lukuisien entsyymien aktivaattori.

Jakautuvien solukkojen ja solukalvojen toiminnan kannalta hyvin tärkeä alkuaine on kalsium. Se edistää solujen pidentymistä ja sen puuttuessa solukalvojen läpäisevyys kohoaa.

Magnesiumilla on keskeinen asema sekä lehtivihreän keskusatomina että monien entsyymien aktivaattorina.

Rikkiä kasvit tarvitsevat yhtä paljon kuin fosforia. Rikki on typen ohella tärkeä valkuaisaineiden rakenneosana. Se on tärkeä niin valkuaisaineiden kuin myös kloroplastien ja klorofyllin synteesin kannalta. Rikki on osallisena myös monissa hapetus-pelkistyssysteemeissä.

Hivenravinteet, kuten esim. rauta, boori, kupari, sinkki ja

mangaani ovat osallisina kaikissa kasvien toiminnoissa joko entsyymien rakenneosissa tai aktivaattoreina. Kasvien kasvun kannalta hivenravinteet ovat yhtä tärkeitä kuin pääravinteetkin.

#### 24. Ravinnepitoisuuksiin vaikuttavia tekijöitä

Kasvit eroavat huomattavasti toisistaan sekä suhteellisessa kyvyssään akkumuloida ravinteita että reaktioissaan lannoitukseen. Yleensä mitä pienempi ja alkeellisempi kasvi on, sitä suurempi on yksityisen ravinteen rikastumiskerroin (=kasvin ravinnepitoisuuden suhde maan ravinnepitoisuuteen). Kasvilajien ja -lajikkeiden ravinnepitoisuuksien väliset erot johtunevat suurelta osin erilaisesta ravinteidenotosta. Yhtenä syynä erilaiseen akkumulaatioon on ilmeisesti myös matka, jonka ravinne joutuu kasvissa kulkemaan. Tämän matkan on todettu korreloivan varsin hyvin kasvien ravinnepitoisuuksien kanssa. Kasvilajien välinen ero ravinteidenotossa ilmenee varsin selvänä esim. männyn, kuusen ja koivun osalla.

Kasvin fysiologinen ikä on saatavana olevien ravinteiden määrän ohella olennaisin ravinnepitoisuuksiin vaikuttava tekijä. Ravinnepitoisuuksien muutokset aiheutuvat toisaalta yksittäisissä solukoissa kasvun aikana tapahtuvista ravinteiden sisään ja ulos kulkeutumisesta sekä toisaalta kasvin eri solukoiden välisten suhteiden muuttumisesta (lehdet/varsit, verso/juuri).

Kasvinosien erilaisen rakenteen ja fysiologisen tehtävän

vuoksi niiden ravinnepitoisuudet vaihtelevat. Yleensä leh-  
dissä pitoisuudet ovat korkeampia kuin muissa kasvinosissa.  
Samoin nuorissa aktiivisissa osissa on yleensä korkeammat pi-  
toisuudet kuin vanhemmissa kasvinosissa.

Ionien välisellä antagonismilla ja synergismillä on merkittävä  
osuus juuri ravinteiden keskinäisissä suhteissa.  
Antagonismista hyvänä esimerkkinä on korkean fosforipitoi-  
suuden sinkin ja raudan ottoa ehkäisevä vaikutus. Vastaavasti  
nitraatti edistää kationien ottoa, mikä on esimerkkinä syner-  
gismistä. Ionien edistävä tai ehkäisevä vaikutus toisten io-  
nien otossa johtuu niiden välisestä kilpailusta maahiukkasten  
pinnoilla olevista kiinnittymispaikoista. Kiinnittyminen  
riippuu ionien varauksesta, hydratoitumisasteesta ja massavai-  
kutuksista.

Kasvien ravinnepitoisuuksiin vaikuttavista maaperätekijöistä  
tarkeimpia ovat pH, raekoostumus, humuspitoisuus, maapeitteen  
paksuus sekä kationinvaihtokapasiteetti. Maaperän fysikokemi-  
alliset ominaisuudet vaikuttavat lähinnä kasvien käytettävissä  
olevien ravinteiden määrään ja siten kasvien ravinnepitoisuuksii-  
siin. Maaperän happamuus vaikuttaa ravinteiden ionisoitumi-  
seen ja siten kasveille käyttökelpoisten ravinteiden määrään.  
Alhaisessa pH:ssa mikrobitoiminta hidastuu, kolloidien stabi-  
lisuus ja kyky sitoa ravinteita heikkenee, raskasmetalleja  
muuttuu kasveille käyttökelpoiseen muotoon ja ne aiheuttavat  
siten herkemmin myrkytystilan. Toisaalta eräät kationit - K ,  
Na , Mg ja Ca - mobilisoituvat ja niiden huuhtoutuminen li-  
sääntyy. Alhaisessa pH:ssa fosfaatit sitoutuvat rauta- ja

alumiiniyhdisteisiin. Korkea pH, paitsi että se aiheuttaa mm. hivenravinteiden saannin heikkenemistä, voi sinänsä jo hidastaa kasvua. On kuitenkin muistettava, että eri kasvilajit ovat sopeutuneet erilaisiin pH-olosuhteisiin.

Maan fysikokemiallinen aktiivisuus riippuu merkittävästi raekoostumuksesta sekä humuspitoisuudesta. Mitä hienojakoisempaa maa on, sitä suurempi on maahiukkasten yhteenlaskettu pinta-ala. Raekoko ja humuspitoisuus vaikuttavat mm. maan vesikapasiteettiin, huokoisuuteen ja kationinvaihtokapasiteettiin. Mitä suurempi on maahiukkasten yhteenlaskettu pinta-ala, sitä suurempi on maan kationinvaihtokyky. Samoin humuksen pitkälle maatuneet ainekset - erittäin pieninä hiukkasina olevat kolloidit - sitovat vettä ja kationeja erittäin tehokkaasti. Orgaanisen aineen kationinvaihtokapasiteetti riippuu voimakkaasti pH:sta.

Maan fysikaalinen rakenne vaikuttaa myös vesitalouden välityksellä kasvien ravinnepitoisuuksiin. Riittävä maaperän kosteus on perusedellytys kasvien ravinteiden otolle. Maaperän kosteus vaikuttaa eri ravinteisiin hieman eri tavalla. Yleensä kuivana ajanjaksona kasvien typpipitoisuus kohoaa ja fosforipitoisuus laskee. Kaliumin suhteen tilanne ei ole yhtä selvä kuin typen ja fosforin suhteen, mutta kaliumpitoisuuskin laskee normaalisti kuivana ajanjaksona. Hivenravinteidenkin saanti vaikeutuu kuivina ajanjaksoina. Tästä hyvänä esimerkkinä on juuri boorin puutos, joka on paljon yleisempi kuivina kuin kosteina kausina. Maaperän kosteus vaikuttaa myös välillisesti pH- ja hapetus-pelkistys-tilanteen kautta kasveille

käyttökelpoisten ravinteiden määrään.

Maaperän kosteuden ohella sateet ja kastelu sekä ilman kosteus vaikuttavat kasvien ravinnepitoisuuksiin. Sade ja kastelu vaikuttavat paitsi maaperän kosteuteen sekä maasta tapahtuvaan ravinteiden huuhtoutumiseen, niin myös suoraan kasvista tapahtuvaan huuhtoutumiseen. Ilman kosteus taasen säätelee kasvien haihduntaa ja vaikuttaa siten vedenoton välityksellä ravinnepitoisuuksiin. Tämä koskee ennen kaikkea niitä ravinteita, jotka ovat riippuvaisia kasvissa tapahtuvista vesivirtauksista, esim. boori ja kalium. Tunnetuin esimerkki ilman kosteuden vaikutuksesta ravinnepitoisuuksiin on boorin osalla. Tehdyissä kokeissa on todettu mm. tupakan lehdissä noin puolta korkeammat booripitoisuudet 45 %:n ilmankosteudessa kuin 95 %:n kosteudessa.

Lämpötilan kohotessa passiivinen ja osin myös aktiivinen ravinteiden otto vilkastuu. Lämpötilan ravinteiden ottoa kiihdyttävä vaikutus tapahtuu kuitenkin varsin suppealla lämpötila-alueella, koska korkeissa lämpötiloissa tapahtuu valkuaisaineiden saostumista. Lämpötilan aleneminen hidastaa enemmän anionien (fosfori, nitraatti, rikki) kuin kationien (kalium, ammoniumtyppi, kalsium jne.) ottoa. Esimerkkinä tunnetaan alhaisesta lämpötilasta aiheutuva fosforin puute. Mitä alhaisempi maan ravinnepitoisuus on, sitä herkemmin ravinteidenotto reagoi lämpötilan alenemiseen.

Valo vaikuttaa kasvien ravinnetilanteeseen vain kasvissa tapahtuvien prosessien välityksellä. Valon intensiteetin ja



kasvin nitraattipitoisuuden välillä on todettu voimakas korrelaatio, koska nitraatin pelkistyminen on kytkeytynyt yhteytystapahtumaan. Sen sijaan muiden ravinteiden ja valon intensiteetin välillä ei ole todettu niin selvää korrelaatiota. Paitsi valon intensiteetti, niin myös valoisan ajan pituus vaikuttaa kasvien ravinnetalouteen.

Edellä kuvattujen tekijöiden ohella erilaiset maanmuokkaustoimenpiteet, kasvinsuojelu ja kasvien terveydentila vaikuttavat ratkaisevasti kasvien ravinnepitoisuuksiin.

#### 25. Ravinteiden vaikutus taimien laatuun

Seuraavassa tarkastellaan lähinnä lannoituksen merkitystä männyn taimien ravinnetalouden kannalta. Tosin samat seikat pätevät suurimmalta osaltaan minkä tahansa kasvin suhteen. Ravinnetalouden tarkastelussa tulisi ottaa huomioon seuraavat viisi lähtökohtaa:

1. Luonnossa kasveille käyttökelpoisten ravinteiden pitoisuudet maassa ovat yleensä alhaiset.
2. Kasvit - eritoten puut - ovat sopeutuneet tähän, ts. niille on kehittynyt erittäin tehokas ravinteiden ottojärjestelmä.
3. Kasvit tarvitsevat terveen kasvun aikaansaamiseksi optimaaliset, mutta ennen kaikkea oikeassa suhteessa olevat määrät ravinteita.
4. Esimerkiksi mänty on kasviravinteisiin nähden vaatimaton puulaji
5. Lannoitteina annettavat ravinteet ovat yleensä kasveille käyttökelpoisessa muodossa olevia ravinteita.

Taimitarhoillamme, varsinkin avomaaviljelyssä, lannoitteet le-

vitetään suurehkojin kerta-annoksin, harvoin toistuvina hajalevityksinä. Lisäksi kasvualustan pH on usein havupuiden kasvatuksen kannalta liian korkea. Tämä menettely on selvästi ristiriidassa edellä esitettyjen neljän ensimmäisen peruslähtökohdan kanssa. Onkin ilmeistä, että taimitarhoillamme havaitut kasvuhäiriöt johtuvat taimien ravinne-epätasapainosta. Häiriöiden ilmaantuessa tulisi aina muistaa, että jonkin ravinteiden puute voi ilmetä kasvissa neljällä eri tasolla:

1. Fysiologisella tasolla, jolloin puuteoireet näkyvät biokeemiallisina ja/tai submikroskooppisina solujen sisäisinä rakennemuutoksina.
2. Anatomisella tasolla, jolloin puuteoireet näkyvät solujen ja solukoiden rakenteen muutoksina.
3. Morfologisella tasolla, jolloin puuteoireet näkyvät sekä sisäisinä että ulkoisina rakennemuutoksina.
4. Kasvinosien tai koko kasvin kuolemana.

Lisäksi on muistettava, että taimien fysiologisen tilan heikentyessä ulkoiset tekijät voivat aiheuttaa pysyviä vaurioita aikaisemmin kuin primäärisyy.

### 3. Taimien lannoitus ja ravinneanalyysit

#### 31. Lannoitteiden käyttöön vaikuttavia tekijöitä

Vielä parikymmentä vuotta sitten taimitarhoillamme käytettiin runsaasti eloperäisiä lannoitteita kuten karjanlantaa ja kompostia sekä vihantalannoitusta. Tämän jälkeen on taimitarhatekniikka huomattavasti muuttunut. Eloperäiset lannoitteet on

pääosin korvattu keinolannoitteilla sekä kasvuturpeella ja lisäksi kastelun käyttö on yleistynyt huomattavasti. Vuonna 1976 käytettiin lannoitteita noin 700 kiloa taimitarhahehtaaria kohti. Tosin vaihtelu oli taimitarhoittain erittäin suuri. Saman taimilajin tuottamisessa saattoi lannoitteena annetun typen määrä vaihdella 50 - 500 kiloon hehtaarilla (RIKALA 1978).

Taimien ravinnetarve on yleensä huomattavasti pienempi kuin lannoituksessa annettujen ravinteiden määrä. Ravinteiden ylimäärä tavallisesti sitoutuu orgaanisesti ja huuhtoutuu. Typpeä saattaa myös denitrifikaation kautta kaasuuntua ja haihtua. Taimitarhaolosuhteissa, missä kastelu yleensä on runsasta, saattaa lannoitteina annetuista helppoliukoisista ravinteista, kuten typestä, kaliumista ja boorista yli puoletkin huuhtoutua. Huuhtoutumisriskiä lisää se, että peruslannoituksessa juuri ennen voimakkainta kastelua annetaan liki puolet koko kasvukauden ravinteista (RIKALA 1978).

Ravinteiden huuhtoutuminen ei sinänsä ole itävien siemenien tai taimien kannalta haitallista, usein päinvastoin, sillä liian korkea ravinnepitoisuus laskee ja taimien vedenotto helpottuu. Sensijaan ongelman muodostavat kasvualustaan tiukemmin sitoutuvat ravinteet, jotka saattavat vuosien kuluessa rikastua haitallisen korkeiksi pitoisuuksiksi ja ravinnesuhteet vähitellen vääristyvät. Myös torjunta-aineiden, lähinnä fungisidien, sisältämät ravinteet (esim. kupari, sinkki, mangaani) saattavat aiheuttaa ravinteiden haitallista rikastumista kasvualustaan. Fungisidien tehoaineina olevien ravin-

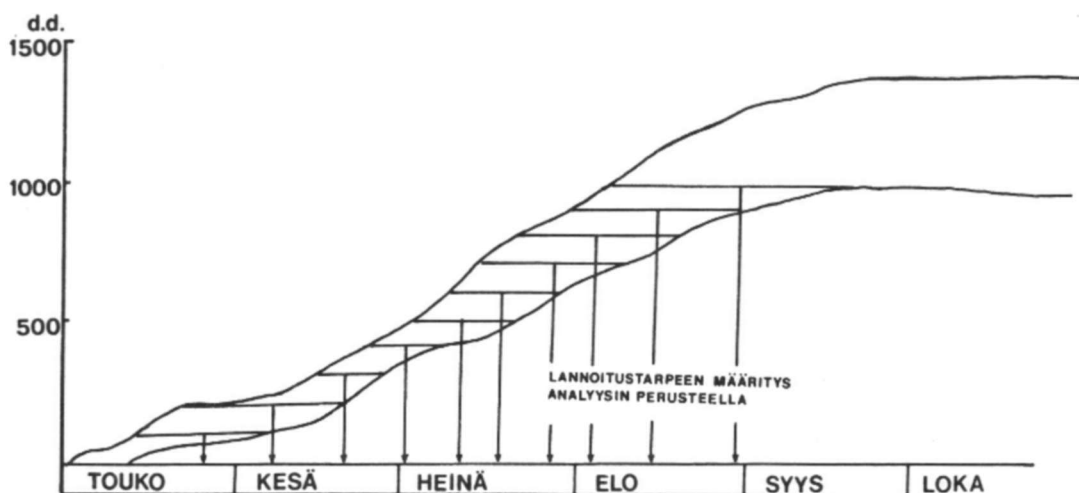
teiden liukenevuutta ja mahdollisia vaikutuksia ei ole tutkittu metsäpuiden taimitarhoilla. Toisaalta tunnetaan tapauksia, joissa torjunta-aineilla on ollut positiiviselta näyttävä ravinnevaikutus taimiin. Myös kasteluveden ominaisuudet saattavat vaikuttaa kasvualustan ravinnepitoisuuksiin. KIISKISEN (1977) mukaan esim. rautapitoisuus Viljavuuspalvelussa analysoiduissa kasteluvesinäytteissä on ollut yleensä liian korkea. Vaikka Suomessa kasteluveden laatu onkin yleisesti ottaen hyvä, kannattaisi taimitarhojen teettää kasteluvedestä analyysi erityisesti silloin, kun käytetään kastelulannoitusta tai esimerkiksi veden väri antaa aiheen epäillä veden laatua.

### 32. Lannoitustaaajuus ja lannoituskauden pituus

Avomaaviljelyssä tulisi helppoliukoisia lannoitteita antaa useammin, mutta vähemmän kerrallaan kuin nykyään. Lannoitukset on yleensä lopetettu heinäkuun puoleen väliin mennessä. Taimien ravinnetarve ei kuitenkaan lakkaa tässä vaiheessa, vaan paksuuskasvu ja varsinkin juurten kasvu sekä haarautuminen jatkuvat jopa lokakuulle asti (esim. LEIKOLA ja RAULO 1973). Jotta lannoitteet tulisivat levitettyä suunnitteen taimien ravinnetarvetta vastaavasti, voitaisiin lannoitusajankohtien määrittämiseksi käyttää apuna lämpösummaa. Lannoitteet annettaisiin esimerkiksi 10 - 20 kg tyyppiä/ha suu-

ruisina annoksina aina 100 - 150 lämpösummayksikön (d.d.) välein. Näin lannoituskertoja kertyisi kasvukaudesta riippuen 6 - 10 kpl (kuva 1). Kerta-annoksen suuruus ja lannoituksen jatkaminen heinäkuun puolenvälin jälkeen määräytyisivät maa-analyysin perusteella.

Ravinteiden, erityisesti typen, vapautuminen kasveille käyttökelpoiseen muotoon on voimakkainta syyskesällä. Mikäli ravinteita on kasvualustassa riittävästi voidaan lannoitus lopettaa heinäkuussa. Mutta jos ravinnepitoisuuden havaitaan analyysien perusteella laskevan huomattavasti on lannoitusta syytä jatkaa. Näin tapahtuu usein humusköyhillä kasvualustoilla ja sateisina kesinä, jolloin ravinteet helposti huuhtoutuvat.



Kuva 1. Vuosien 1972 - 1980 lämpösummien kehityksen vaihtelu Suomenjoen tutkimusasemalla. Nuolilla on osoitettu 100 d.d:n (+5°C kynnyksarvo) välein tapahtuvan lannoituksen keskimääräinen ajoittuminen.

Myös liuoslannoitusta käytettäessä voitaisiin lannoituskautta pidentää. Tämä tarve on ilmeisin kaksivuotisten paakkutaimien kasvatuksessa. Toisena vuonna turve hajoaa ja tiivistyy paa-kussa ja sen tilavuus pienenee samalla kun juuristomassan osuus kasvaa. Lannoitettaessa harvoin, runsailla ja laimeilla liuksilla ravinneionit eivät varastoidu vähäiseen kasvuturve-määrään vaan huuhtoutuvat veden mukana. Ylikastelu voi aiheuttaa typpikatoa myös kaasuuntumisena, erityisesti rahkaturpeessa, jos pH on korkea. Tämän vuoksi lannoitus on suoritettava riittävän usein ja sitä on jatkettava analyysin niin osoittaessa aina elokuun lopulle saakka. On kuitenkin varotettava liiallista typpilannoitusta, ettei vaaranneta taimien talveentumista.

### 33. Hidasliukoiset lannoitteet ja "luonnonmukainen kasvatust"

Ravinteet ovat yleensä helppoliukoisessa muodossa taimitarhoilla käytetyissä lannoitteissa. Mänty ja kuusi ovat kuitenkin sopeutuneet olosuhteisiin, joissa liukoisten ravinteiden pitoisuus on alhainen. Siksi olisi luonnonmukaisempaa lannoittaa nykyistä pienemmillä annoksilla ja useammin tai käyttää hitaammin liukenevia lannoitteita. Viime vuosina markkinoille onkin tullut hidasliukoisia lannoitteita, jotka sisältävät typpeä, kaliumia ja fosforia. Kokeissa niiden on todettu soveltuvan taimikasvatukseen ainakin avomaalla (esim. HÄNNINEN 1979). Tosin kovin poikkeuksellisissa olosuhteissa (esim. runsaat sateet) ravinteet eivät hidasliukoisistakaan lannoitteista liukene toivotulla tavalla. Ennen laajempaa käyttöä ne vaativat käyttäjältään kokeilua omalla tarhalla.

Hidasliukoisten lannoitteiden haittana on se, että ne ovat huomattavasti kalliimpia kuin "perinteiset" helppoliukoiset lannoitteet.

Perinteinen tapa lannoittaa ja hoitaa kasvualustaa on käyttää tuhkaa ja eloperäisiä lannoitteita kuten kompostia, karjanlantaa, puunkuorta sekä vihantalannoitusta. Tällöin maan pienenliöstö vapauttaa ravinteita taimien käyttöön vähitellen. Samoin kasvualustan humuspitoisuus pysyy riittävänä. Myös mykorritsasienet menestyvät paremmin kasvualustassa, jossa ravinnekonentraatio on alhainen. Tämä menetelmä soveltuu sellaisenaan vain paljasjuuristen taimien kasvatukseen. Paakkutaimituotantoa varten olisi kehitettävä oma ratkaisu.

Käytettäessä tuhkaa lannoitteena taimikasvatuksessa on sopiva määrä 500 - 800 kg/ha. Tämän lisäksi kuitenkin tarvitaan jatkolannoituksena typpeä ja muita pääravinteita tuhkan ravinnekoostumuksesta riippuen. Ongelmana usein onkin tuhkan ravinnepitoisuuden suuri vaihtelu. Tämän vuoksi olisi hyvä teettää käytettävistä tuhkaeristä etukäteen ravinneanalyysi. Tuhkalla lannoitettaessa on myös syytä muistaa sen pH:ta nostava vaikutus.

Pyrittäessä lisäämään kasvualustan typpipitoisuutta vihantalannoituksella tulee kasvualustan pH:n olla yli 5,5 (optimi 6,0), muutoin hernekasvit eivät menesty (esim. KIVEKÄS 1936). On muistettava kuitenkin, että männyn taimien kasvatuksessa suositeltava pH on kivennäismaalla 4,7 - 5,7.

Perinteinen eloperäinen lannoitus muodostuu taimien tuotantokustannusten osalta kalliimmaksi kuin keinolannoitteiden käyttö. Lannoituksen osuus taimien tuotantokustannuksista on nykyisin vain 2 - 4 %. Nykyisin kasvatustapojen ja ennen käytettyjen "luonnonmukaisemmin" menetelmin kasvatettujen taimien metsäviljelykelpoisuutta ei ole toistaiseksi vertailtu.

#### 34. Lannoitustarpeen määrittäminen

Lannoitustarvetta ei voi määrittää pelkästään taimien ravinnetarpeen perusteella. Ravinteiden sitoutuminen ja huuhtoutuminen on myös otettava huomioon. Lannoitustarpeen määrittämisessä voidaan käyttää apuna ravinneanalyyssejä. Kasvualustan ravinnepitoisuuden perusteella arvioidaan lannoitustarve ja neulasanalyysin perusteella kontrolloidaan kasvatustulos.

Maa-analyysiä onkin taimitarhoillamme käytetty hyväksi, tosin vähänlaisesti. Neulasanalyyssejä teetetään säännöllisesti vain muutamalla tarhalla. Syynä tähän saattaa olla se, ettei ole ollut käytettävissä "optimitaulukoita", ts. ei tiedetä, kuinka paljon kasvualustassa ja toisaalta neulasissa pitäisi olla ravinteita. Kasvualustan sopivista pääravinnepitoisuuksista on julkaistu tuloksia (WESTMAN ja HÄNNINEN 1977), mutta hivenravinteiden osalta on tiedon puute ollut ilmeinen.

#### 341. Maa-analyysi

Kasvualustassa ravinteet ovat eri tavoin sitoutuneina. Maa-analyysissä onkin vaikeutena ravinteiden uuttaminen näyt-



teestä niin, että tulos kertoisi taimille käyttökelpoisten ravinteiden määrän. Yleensä kasvualustasta määritetään liukoiset ja vaihtuvat ravinteet, ts. ravinteet, jotka ovat taimille melko helposti käytettävässä muodossa. Joskus, etenkin avomaaviljelyssä, saatetaan määrittää myös vaikealiukoisessa muodossa olevat ravinteet eli ravinnereservit. Aivan viime vuosina on erityisesti vihannes- ja kukkakasvatuksessa yleistynyt kasvualustan puristeveden ravinteiden samoin kuin vesiliukoisten ravinteiden (TUMMAVUORI ym. 1981) analysointi. Näitä menetelmiä ei kuitenkaan ole vielä kokeiltu taimitarhojen maa-analyyseissa.

#### Ravinnepitoisuudet

Taulukossa 1 on esitetty kasvualustan ravinnepitoisuuksien suositusarvoja. Ne perustuvat Suonenjoen taimitarhalla suoritettuihin lannoituskokeisiin ja käytännön taimitarhoilta tehtyihin analyysihin sekä kirjallisuustietoihin. Ravinteet on analysoitu Viljavuuspalvelu Oy:n käyttämällä analyysimenetelmillä (KURKI 1973). Arvot soveltuvat lähinnä turve- ja kivennäismaa-turve-pohjaisille kasvualustoille. Hyviä kasvatustuloksia saatetaan saavuttaa muunlaisillakin arvoilla, koska kasvualustojen vaihtelu on suuri. Hyväkuntoisella taimitarhamaalla, missä taimien juurissa on runsaasti mykoritsoja, tulaaan ehkä toimeen alhaisemmilla ravinneäärillä. Toisaalta muovihuoneolosuhteissa, joissa taimet kasvavat nopeammin kuin avomaalla, käytetään joskus korkeampia ravinnepitoisuuksia.

Eräät taulukossa 1 esitetyistä hivenravinteiden optimipitoi-

suusarvoista ovat vasta muutamien kymmenien havaintojen keskiarvoja. Näin ollen ne eivät ole optimiarvoina toistaiseksi kovin luotettavia. Tällaisia ravinteita ovat etenkin rauta ja sinkki. Kaikille kasvualustoille ja eri olosuhteisiin tuskin koskaan pystytään laatimaan erillisiä, kaikki ravinteet kattavia taulukoita. Olisikin hyvä, jos taimitarhanhoitajat itse pyrkisivät ajan mittaan laatimaan kokemustensa nojalla taulukot omia kasvatuskenttiään varten.

Taulukko 1. Kasvualustan ravinnepitoisuudet sekä pH, johtoluku ja johtokykyarvot kasvukauden aikana havupuun taimien kasvatuksessa. Sulkeissa sopivien arvojen ylärajat muovihuoneessa tapahtuvalle kasvatukselle silloin kun arvot poikkeavat avomaan suositusarvoista.

Ravinne	Sopiva pitoisuus mg/l	
Typpi, liukoinen	30 - 80	( - 150)
Kalium, vaihtuva	80 - 200	( - 250)
Fosfori, helppoliukoinen	10 - 40	( - 80)
Kalsium, vaihtuva	500 - 1200	
Magnesium, vaihtuva	100 - 400	
Boori, vesiliukoinen	0,3 - 0,6	( - 1,0)
Kupari, happoliukoinen	5 - 15	
Mangaani, vaihtuva	3 - 20	
Sinkki, happoliukoinen	5 - 30	
Rauta, happoliukoinen		
Vaaleassa rahkaturpeessa	0,4 - 1,0	
Kivennäismaassa	2 - 7	
Happamuus, pH		
Vaaleassa rahkaturpeessa	4,4 - 5,4	
Kivennäismaassa	4,7 - 5,7	
Johtoluku (*)		
Vaaleassa rahkaturpeessa	2,5 - 4,5	
Kivennäismaassa	0,8 - 2,0	
Puristeveden johtokyky, mS/cm		
Vaaleassa rahkaturpeessa	1,3 - 2,3	

Johtoluku 1,0 = 0,1 mS/cm

## Happamuus

Ravinnepitoisuuksien lisäksi on taulukossa 1 esitetty arvot kasvualustan happamuudelle ja johtoluvulle. Kasvualustan happamuuden merkitys, etenkin havupuuntaimien kasvatuksessa, on erittäin suuri. Useat taimien kasvatusvaikeudet ovat liittyneet kasvualustan liian korkeaan pH:hon. On muistettava, että metsämaittemme pH, johon havupuumme ovat sopeutuneet, vaihtelee humuskerroksessa 4.0 ja 4.7 välillä (URVAS ja ERVIÖ 1974).

Kasvualustan pH vaihtelee, ei vain kalkituksen ja lannoituksen, vaan myös vuodenaikojen mukaan. pH-arvo nousee yleensä syksyä kohti ja laskee talven ja kevään aikana. Tämä johtuu kasvualustan vesipitoisuuden ja mikrobitoiminnan aktiiviteetin vaihtelusta. Kasvualustan happamuus on tärkeä ja toisaalta niin helposti mitattavissa oleva tunnus, että taimitarhoilla kannattaisi mitata se itse. Markkinoilla on useita, verrattain huokeita, kenttäkäyttöisiä pH-mittareita. pH mitataan kasvualustan ja veden lietoksesta (sekoitussuhde 1:2,5) vuorokauden kuluttua lietoksen tekemisestä. Heti peruskalkituksen jälkeen suoritettu mittaus ei kuitenkaan anna todellista kuvaa kasvualustan pH:sta kalkin hitaan liukenemisen vuoksi.

## Johtoluku ja puristeveden johtokyky

Liuoslannoituksen ja kasvuturpeen käytön myötä on kasvualustan johtoluvun ja puristeveden johtokyvyn mittaus yleistynyt

(esim. PUUSTJÄRVI 1973, LINDELL 1980, PIIRAINEN 1980). Laboratorioiden määrittämä johtoluku saadaan liettämällä kasvualustanäyte veteen suhteessa 1:2,5 (kuten pH:n mittauksessa) ja mittaamalla lietoksen sähkönjohtokyky. Johtolukuun vaikuttavat vesiliukoisten ionien lisäksi osittain myös vaihtuvassa muodossa olevat ravinteet. Näytteen kosteus ei sensijaan johtolukuun vaikuta. Puristeveden johtokyky taas mitataan suoraan kasvualustanäytteestä puristetusta vedestä ja se kuvaa pelkästään vesiliukoisten ionien määrää. Näytteen kosteus vaikuttaa olennaisesti johtokykyarvoon. Vaikka johtoluku ja puristeveden johtokyky eivät vastaakaan suoranaisesti toisiinsa, on laskettu, että johtolukuarvot ovat yleensä 1,5 - 2,5 kertaa suurempia kuin puristeveden johtokykyarvot (PUUSTJÄRVI 1978, LUUKKAINEN 1980). Johtoluvun ja puristeveden johtokykyarvon tulkintaa voi hieman vaikeuttaa se, ettei ureamuodossa annettu typpi "näy" välittömästi urealannoituksen jälkeen näissä arvoissa. Sen osuus on kuitenkin yleensä niin pieni, ettei sitä tarvitse ottaa huomioon. On hyvä tietää, että ulkomailta käytetyt mittaussuunnitelmat poikkeavat usein molemmista edellämainituista ja tämän vuoksi suosituksetkin ovat erilaisia.

Johtoluvun ja puristeveden johtokyvyn perusteella voidaan tällä tavoin saada suuntaa antava kuva kasvualustan kokonaisravinnetilanteesta. On kuitenkin muistettava, että eri ravinteet vaikuttavat eri tavalla johtolukuun (PUUSTJÄRVI 1979). Sen tähden, vaikka johtoluku olisikin sopiva, voivat ravinnesuhteet esim. ylikastelun aiheuttaman huuhtoutumisen vuoksi olla vääristyneitä.

Puristeveden johtokykyarvosta voidaan myös päätellä kuinka helposti taimi saa vettä. Arvon noustessa yli 2.5 mS/cm vaikeutuu taimien vedensaanti. Johtokyvyn mittaamiseen on markkinoilla erilaisia kenttäkelpoisia mittareita, joilla voi mitata sekä puristeveden johtokyvyn että kasvualustan johtoluvun (PIIRAINEN 1980).

#### 342. Neulasanalyysi

Maa-analyysin tulos ei kuitenkaan aina kerro sitä, miten taimet saavat ravinteita kasvualustasta. Tämän vuoksi kasvatustulos tulisi kontrolloida neulasanalyysillä. Koska neulasanalyysi tehdään tavallisesti vasta syksyllä, ei sen perusteella enää yleensä ehditä korjaamaan lannoitusvirheitä. Sensijaan analyysitulokset kertoo paljon taimien laadusta ja sitä voidaan maa-analyysien ohella käyttää seuraavan kasvukauden lannoitussuunnitelman laatimiseen. Neulasanalyysien teettäminen olisikin syytä ottaa käyttöön taimituotannossa ainakin sellaisissa tapauksissa, joissa on syytä epäillä ravinnehäiriöitä taimissa (esim. väriviat ja silmuhäiriöt). Samalla karttuisi kokemuksia analyysiarvojen tulkinnasta taimitarha-kohtaisesti.

Taulukossa 2 esitetään alustavat suositusarvot männyn taimien neulasten ravinnepitoisuuksiksi. Arvot perustuvat, kuten edellä esitetyt kasvualusta-arvotkin, Suonenjoen taimitarhalla suoritettuihin kokeisiin ja käytännön taimitarhoilta otettujen neulasnäytteiden analyysituloksiin sekä kirjallisuuteen. Analyysit on teetetty Viljavuuspalvelu Oy:ssä tai tehty muu-

alla vastaavin menetelmin. "Sopiva" ravinnepitoisuus kuvaa laadultaan hyväksi luokiteltujen taimien neulasten ravinnepitoisuuksien keskimääräistä vaihtelua. "Arveluttavan alhaisten ja korkeiden" pitoisuuksien raja-arvot on saatu taimissa havaittujen värivikojen, kasvuhäiriöiden tms. symptomien perusteella. Vaikka tiedetään taimien iän vaikuttavan neulasten ravinnepitoisuuksiin, ei tässä yhteydessä eri-ikäisille taimille ole laadittu omia taulukoita, koska tiedot ovat vielä siltä osin puutteelliset. Esitetyt arvot poikkeavat jonkin verran PUUSTJÄRVEN (1965) esittämistä typen, kaliumin ja fosforin optimiarvoista ja niiden keskinäisistä suhteista. Erot ovat kuitenkin pieniä. Suurempia erot ovat sensijaan INGESTADIN (1980) esittämiin arvoihin verrattuna. Ne kuitenkin perustuvat lähinnä kokeisiin, joissa taimia kasvatettiin vesiliuoksessa 4 - 6 viikon ikäisiksi ja eivät tämän vuoksi ole suoraan yleistettävissä käytännön taimitarhatoimintaan.

Kuusen taimien neulasten optimiravinnepitoisuuksia ei vielä tunneta hyvin. Tämä johtunee osittain siitä, että kuusen taimien ravinteiden otto ei ilmeisesti ole niin valikoivaa kuin männyn taimilla (INGESTAD 1980). Tämän johdosta myös ravinnepitoisuudet vaihtelevat runsaasti kasvualustan ravinnepitoisuuksien mukaan. Esimerkiksi taimitarhoilla kasvatettujen kuusen taimien kalsiumpitoisuus on yleensä kaksinkertainen männyn taimiin verrattuna, kun taas ravinneliuoksessa kasvatetuilla kuusen ja männyn taimilla se on samansuuruinen (INGESTAD 1980).

Taulukko 2. Männyntaimien neulasten ravinnepitoisuudet ja suhteet taimitarhaolosuhteissa. Analyysiajankohtaisesti - lokakuu.

Neulasten ravinnepitoisuudet				
Ravinne		Sopiva	Arveluttavan	Arveluttavan
			alhainen	korkea
% (*				
Typpi	(N)	1,6 - 2,0	1,2	2,4
Kalium	(K)	0,6 - 1,0	0,4	1,4
Fosfori	(P)	0,14 - 0,28	0,10	0,35
Kalsium	(Ca)	0,12 - 0,32	0,08	0,40
Magnesium	(Mg)	0,12 - 0,20	0,08	0,30
ppm (**				
Boori	(B)	15 - 30	10	70
Kupari	(Cu)	5 - 15	3	20
Mangaani	(Mn)	300 - 700	150	1000
Sinkki	(Zn)	60 - 90	30	120
Rauta	(Fe)	50 - 200	30	300
Ravannesuhteet				
Typpi/fosfori		8 - 11		
Typpi/kalium		2,0 - 3,0		
Rauta/boori		< 10		

(\* kertomalla %-luvut 10:llä saadaan laaduksi g/kg

(\*\* ppm = mg/kg

Neulasanalyysin perusteella taimien laatua arvioitaessa tai mahdollisia kasvatusvaikeuksien ja kasvuhäiriöiden syitä etsittäessä kannattaa ensin tutkia pääravinnepitoisuuksia ja -suhteita. Värivirheiden yms. häiriöiden syyt useimmiten löytyvät pääravinteista. Hivenravinnepuutokset tai ylimäärät ovat yleensä verraten harvinaisia. Ravinteiden keskinäiset suhteet ovat usein tärkeämpiä tunnuksia kuin yksittäisten ra-

vinteiden pitoisuudet. Taulukon loppuun onkin liitetty muutamia tärkeiksi havaittuja ravinnesuhteita. Viime aikoina taimitarhoillamme esiintyneiden taimien monilattvaisuus- ja silmutasapainohäiriöiden syyksi epäillään mm. rauta/boori- ja kalsium/boori-suhteiden häiriötä (RAITIO 1980). Metsäpuiden hivenravinnetalouden tutkimus on kuitenkin vasta alullaan ja taulukkoa todennäköisesti tullaan korjaamaan ja täydentämään myöhemmin. Olisikin toivottavaa, että esitettyjä arvoja kritisoitaisiin ja niihin tehtäisiin parannusesityksiä.

Lopuksi on korostettava, että lannoitus on vain yksi osa taimien kasvatuksesta. Jos taimien kasvussa ilmenee häiriötä, syy saattaa löytyä aivan muualta kuin lannoituksesta. Tavallisimpia häiriön aiheuttajia ovatkin liiallinen kastelu ja liian tiivis kasvualusta. Nämä yhdessä johtavat taimien hapen puutteeseen, mikä puolestaan aiheuttaa veden ja ravinteiden vajausta taimissa.

#### 4. KIRJALLISUUS

- BERGMANN, W. & NEUBERT, P. 1976. Pflanzendiagnose und Pflanzenanalyse zur Ermittlung von Ernährungsstörungen und des Ernährungszustandes der Kulturpflanzen. Jena. Gustav Fischer Verlag. 711 s.
- BIDWELL, R.G.S. 1979. Plant physiology. 2. Edition. London. Macmillan publishing Co. 726 s.
- DEVLIN, R. 1975. Plant physiology. 3. Edition. New York, Cincinnati, Toronto, London, Melbourne. D. van Nostrand Company. 600 s.
- HÄNNINEN, P. 1979. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista kouluttujen taimien kasvatuksessa. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonan-



toja 30:1-19.

- INGESTAD, T. 1978. Växternas näringsbehov och näringsämnenas verkan på växterna. Årsskrift for nordiske skogplanteskoler 1977:21-23.
- INGESTAD, T. 1980. Mineral nutrient requirements of *Pinus silvestris* and *Picea abies* seedlings. *Physiol.Plant.* 45:373-380.
- KIISKINEN, R. 1977. Kasteluvesi ja sen laatuun vaikuttavat tekijät. *Puutarha-Uutiset* 42:913-916.
- LINDELL, M. 1980. Ledningstal och pH - hjälpmedel i plantproduktion. Skogshögskolan. Garpenberg. *Plantnytt* 3:1-4.
- KIVEKÄS, J. 1936. Puutaimitarhojen vihantalannoituksesta. *Metsätaloudellinen Aikakauskirja* 1936:104-108.
- KURKI, M. 1973. Viljavuustutkimuksen hyväksikäyttö. Viljavuuspalvelu Oy. Helsinki. 20 s.
- LEIKOLA, M. & RAULO, J. 1973. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten III. Taimien morfologisten tunnistusten muuttuminen kasvukauden aikana. *Folia For.* 178:1-19.
- LUUKKAINEN, H. 1980. Turpeen puristeneesten sähkönjohtokyvyn hyväksikäytöstä ravinnetarkkailussa. 4 s. Esitelmä lannoitusta ja maanparannusta käsittelevällä luentopäivällä 2.12.1980 Viikissä.
- MENGEL, K. 1979. Ernährung und Stoffwechsel der Pflanze. Gustav Fischer Verlag. Stuttgart New York. 466 s.
- PIIRAINEN, J. 1980. Johtokykymittarit ja niiden käyttö. *Puutarha* 2:94-96.
- PUUSTJÄRVI, V. 1965. Neulasanalyysi männyn lanoitustarpeen ilmentäjänä. *Metsätaloudellinen Aikakauslehti* 1/1965.
- PUUSTJÄRVI, V. 1973. Kasvuturve ja sen käyttö. Helsinki. Turveteollisuusliitto r.y. 173 s.
- PUUSTJÄRVI, V. 1978. Sähkönjohtokyvystä konduktanssiin. Siirtyminen SI-aikakauteen. Turvetutkimuslaitoksen julkaisuja 3/1978. *Puutarha-Uutiset* 25:592-593.
- PUUSTJÄRVI, V. 1979. Johtoluvun koostumus. *Puutarha* 7:344-345.
- RAITIO, H. 1980. Monilatvaisuusilmiö taimitarhoilla. Metsäntutkimuslaitos. Parkanon tutkimusaseman tiedonantoja 9:1-4.
- RIKALA, R. 1978. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeseman tiedonantoja 34:1-31.

URVAS, L. & ERVIÖ, R. 1974. Metsätyypin määräytyminen maa-lajin ja maaperän kemiallisten tunnusten perusteella. Maatal.tiet.aikak. 46:307-319.

WESTMAN, C.J.& HÄNNINEN, P. 1977. Kemiallinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. Metsäntutkimuslaitos. Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja 22:1-16.

- N:o 1 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Tutkimuksia taimityyppiluokituksen laatimista varten II. 1972.
- N:o 2 Matti Leikola. Silmujen ja neulasten poiston vaikutus männyn ja kuusen pituuskasvuun. 1972.
- N:o 3 Kim von Weissenberg. Kokemuksia Murray männyn viljelystä Suomessa. 1972.
- N:o 4 Terttu Koponen. Peltomyyräpopulaation rakenteesta. 1972.
- N:o 5 Pentti Nisula. Erilaisten rullataimien menestymisestä viljelyaloilla. 1972.
- N:o 6 Veikko Koski ja Jyrki Raulo. Ennakkotuloksia rauduskoivun jälkeäiskokeesta. 1972.
- N:o 7 Matti Leikola. Havaintoja taimipakkauksissa esiintyvistä lämpötiloista välivarastoinnin aikana. 1973.
- N:o 8 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Pellolle istutettujen männyn ja kuusen ja rauduksen taimien alkukehityksestä. 1973.
- N:o 9 Etelä-Suomen metsänviljelytutkijoiden neuvottelupäivillä pidetyt alustukset. 1973.
- N:o 10 Jyrki Raulo. Rauduskoivun taimilajien 1 A + 1 A tuottaminen. 1974.
- N:o 11 Matti Leikola ja Olavi Huuri. Ennakkotuloksia Etelä-Suomen runko-tutkimuksesta vv. 1970—1973. 1974.
- N:o 12 Tutkimuspäivän alustukset v. 1974. 1974.
- N:o 13 Martti Ruottinen. Suonenjoen ja Pieksämäen taimitarhojen taimitoimitukset vuosina 1971 ja 1972. 1975.
- N:o 14 Jyrki Raulo. Lannoitetun täytemaan käytöstä rauduskoivun viljelyssä. 1975.
- N:o 15 Matti Leikola. Näkökohtia lyhytkiertoviljelmiä ja -kokeita perustettaessa. 1976.
- N:o 16 Risto Rikala. Jauhetun kuorihumuksen käyttökelpoisuus lumen sulattamiseen taimitarhalla. 1976.
- N:o 17 Matti Leikola ja Pekka Suolahti. Ennakkotuloksia männyn taimien välivarastointikokeesta. 1976.
- N:o 18 Matti Leikola ja Jyrki Raulo. Heinimisajankohdan vaikutus pellolle istutettujen männyn ja kuusen taimien alkukehitykseen. 1976.
- N:o 19 Matti Leikola ja Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden menestyminen Suonenjoen taimitarhalla kesällä 1976. 1977.
- N:o 20 Matti Leikola. Muovihylsytaimien menestyminen Suonenjoella vv. 1971—1976. 1977.
- N:o 21 Pertti Harstela. Taimitarhatyöntekijöiden mielipiteitä työmenetelmistä ja työjärjestelyistä. 1977.
- N:o 22 Carl Johan Westman ja Päivi Hänninen. Kemiällinen maa-analyysi paljasjuuristen taimien tuotannossa - ennakkotiedonanto. 1977
- N:o 23 Pertti Harstela ja Leo Tervo. Kuusen taimien juurten leikkaus noston yhteydessä. 1977.
- N:o 24 Risto Rikala. Maanparannus, lannoitus ja kastelu keskustaimitarhoilla. 1978.
- N:o 25 Jari Parviainen ja Kyösti Konttinen. Männyn avomaataimien koulinta-ajankohtakoe. 1978.
- N:o 26 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurtuminen. Tuloksia vuoden 1976 juurruttamiskokeista. 1979.

- N:o 27 Pekka Rossi. Paju- ja poppelipistokkaiden juurruttaminen taimitarhalla. Kirjallisuuteen ja havaintoihin perustuvat ohjeet. 1979.
- N:o 28 Ukko Rummukainen ja Pekka Voipio. Eräiden herbisidien käytöstä havupuiden kylvöaloilla. 1979.
- N:o 29 Leo Tervo. Havaintoja verhopuuston kasauksesta. 1979.
- N:o 30 Päivi Hänninen. Hidasliukoisten lannoitteiden käyttömahdollisuuksista koulittujen taimien kasvatuksessa. 1979.
- N:o 31 Risto Rikala. Paljasjuuristen taimien kuljetus ja käsittely ennen istutusta. Tiedusteluun pohjautuva selvitys. 1979.
- N:o 32 Jyrki Raulo ja Leo Tervo. Rauduskoivun taimilajin 1 (Lk+A) tuottaminen Etelä-Suomessa. 1980.
- N:o 33 Jari Parviainen (toim.). Metsäpuiden taimien kasvatusta ja istutusta koskevia viimeaikaisia tutkimuksia. 1980.
- N:o 34 Päivi Hänninen. Männyn koulintataimien kasvuerot ja niihin vaikuttaneet tekijät Suonenjoen taimitarhalla. 1980.
- N:o 35 Taimitarhan sienitautipäivä 14.8. 1980.
- N:o 36 Havaintoja Keski-Eurooppaan tehdyltä opintomatkalta 14.6.—1.7. 1980. Jari Parviainen ja Leo Tervo: Metsäpuiden taimien tuottaminen, Pekka Rossi: Lyhytkiertoviljelyn puulajien lisääminen ja viljely. 1980.
- "Metsänviljelyn koeaseman tiedonantoja" -sarja ilmestyy vuoden 1981 alusta "Metsäntutkimuslaitoksen tiedonantoja" -sarjassa.
- N:o 15 Näkökohtia taimien ravinnetaloudesta ja lannoituksesta taimitarhalla. 1981.

Metsäntutkimuslaitos  
 Suonenjoen tutkimusasema  
 77600 SUONENJOKI  
 Puh. 979-11741